

GUMERCINDO SOUZA LIMA

AVALIAÇÃO DA EFICIENCIA DO COMBATE
AOS INCENDIOS FLORESTAIS NO BRASIL

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ,
COMO PARTE DAS EXIGENCIAS DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA FLORESTAL, PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM
CIENCIAS FLORESTAIS.

CURITIBA

1991

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

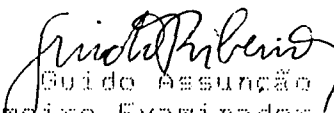
P A R E C E R


Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato GUMERCINDO SOUZA LIMA, sob o título "AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO BRASIL" para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em SILVICULTURA, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

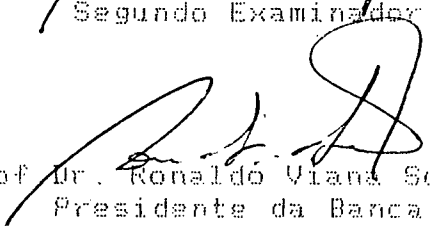
Observação:

O critério de aprovação da Dissertação e Defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas, APROVADA ou NÃO APROVADA.

Curitiba, 27 de março de 1991


Prof. M.Sc. Guido Assunção Ribeiro
Primeiro Examinador


Prof. M.Sc. Antonio Carlos Batista
Segundo Examinador


Prof. Dr. Ronaldo Viana Soares
Presidente da Banca

DEDICATÓRIA

A Deus, Criador e Sustentador de todas as coisas.

A meus pais, Uiracy e Lidia, pelo exemplo de vida e apoio dispensado durante toda a minha formação.

A Fabiana, minha Esposa, pelo amor e carinho sempre presentes.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela capacidade e oportunidades a mim oferecidas.

Ao Prof. Dr. Ronaldo Viana Soares, pela orientação, pela concessão dos dados e pelo exemplo de dedicação profissional.

Aos Profs. Eli Nunes Marques e Franklin Galvão, membros do Comitê de Orientação, pelas sugestões.

A minha esposa, Fabiana, pelo auxílio na digitação dos dados.

Aos colegas Wilson Loureiro, Flávio Ponzoni, Vilmar, Paulo Fenner, Glaucia, Luis Otávio e Graciela pelo apoio e amizade.

Aos Profs. Roberto Hosokawa, Willian Wendling e Honório Santos pelo apoio.

A Sylvania, pelo auxílio na utilização dos pacotes estatísticos.

Aos funcionários Maria de Lourdes Woss, Carma Ignez Lara, Reinaldo e D. Zelma.

Aos amigos, Clóvis, Bertram, Ednelson, Débora, Cris, Judite, Mário, João Eduardo, Regina, Eliel, Cleverson, Marcos, Gínia, Sergio, Rosana, Neilton, Gil, Romilda, Paulinho, Argeu, Marcinho, Otto, Wesley, Flávio, Maria José, Flamarion, Darticléia, Luis Orlando, Carla, Klênia, Délio, Jony, Lênia, José Mauro e outros pela amizade e carinho.

Ao Sr. Oswaldo e Sra. Eunice Siqueira por terem sido meus fiadores durante este período.

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da UFPR, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela cessão da bolsa de estudos.

A FUPEF (Fundação de Pesquisas Florestais) e IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) pela utilização dos dados.

BIOGRAFIA

GUMERCINDO SOUZA LIMA, filho de Ubiracy de Souza Lima e Lidia Iglésias Souza Lima, nasceu em Viçosa, MG, em 17 de abril de 1962.

Em 1972, concluiu o curso primário, no Grupo Escolar Presidente Arthur Bernardes, Viçosa, MG.

Em 1976, concluiu o 1o. Grau, no Colégio Estadual de Viçosa, Viçosa, MG.

Em 1979, concluiu o 2o. Grau, no Colégio Universitário da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Em 1980, iniciou o Curso de Engenharia Florestal, na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em 1984.

Em 1986, foi contratado como professor da Universidade de Alfenas (UNIFENAS), lecionando nos cursos de Ciências Biológicas e Engenharia Florestal, onde permaneceu até 1988.

Em 1987, iniciou e concluiu o Curso de Especialização em Primatologia, na Universidade de Brasília (UnB).

Em 1989, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, nível de Mestrado, na Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Em 1990, foi contratado como professor da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), lecionando a disciplina "Manejo de Populações Animais e Vegetais", no Curso de Ciências Biológicas.

LISTA DE QUADROS

01	-	Número de incêndios ocorridos por Estado/ano, no Brasil no período de 1984 a 1987.....	23
02	-	Classes de tamanho dos incêndios florestais adotados pelo Canadian Forest Service.....	25
03	-	Distribuição dos incêndios florestais por Estado e por classes de tamanho, ocorridos no Brasil no período de 1984 a 1987.....	33
04	-	Distribuição dos incêndios florestais ocorridos no Brasil, no período de 1984 a 1987, e no Canadá no período de 1969 a 1978, por classes de tamanho.....	34
05	-	Distribuição dos incêndios florestais ocorridos na África do Sul, nos períodos de 01/04/1979 a 31/03/1985 e de 01/04/1985 a 31/03/1989, por classe de tamanho.....	36
06	-	Média do número de incêndios e área queimada em quatro países do Mediterrâneo.....	38
07	-	Área queimada e média da área queimada por incêndio na África do Sul, nos períodos de 01/04/1979 a 31/03/1985 e 01/04/1985 a 31/03/1989.....	39

08	- Médias da área queimada (AQ), tempo para o ataque (TA), tempo de combate (TC) e número de combatentes (NC), para o Brasil no período de 1984 a 1987.....	40
09	- Médias da área queimada (AQ) em ha, tempo para o ataque (TA) em minutos, tempo de combate (TC) em minutos e número de combatentes (NC) por incêndio, para 10 Estados brasileiros no período de 1984 a 1987.....	41
10	- Frequência percentagem da frequência dos incêndios florestais por classes de tempo para o ataque para o Brasil no período de 1984 a 1987.....	43
11	- Médias do número de combatentes por hectare queimado (NCH), tempo para o ataque por hectare (TAH) e horas-homem de combate por hectare (NOH), para o Brasil no período de 1984 a 1987.....	44
12	- Médias do tempo para o ataque por hectare (TAH), número de combatentes por hectare (NCH) e horas-homem de combate por hectare (NOH) para 10 Estados Brasileiros no período de 1984 a 1987.....	46
13	- Frequência e percentagem da frequência dos incêndios por classes de tempo de combate para o Brasil, no período de 1984 a 1987.....	47
14	- Frequência e percentagem da frequência dos incêndios por classes de tempo de combate para a África do Sul no período de 01/04/1969 a 01/04/1989.....	47
15	- Comparação entre as áreas queimadas médias por incêndio, para os diferentes Estados pelo teste de NEWMAN-KEULS, ao nível de 5%.....	51
16	- Comparação entre as médias de número de combatentes por hectare para os diferentes Estados pelo teste de NEWMAN-KEULS, ao nível de 5%.....	52
17	- Comparação entre médias de números de horas-homem de combate para os diferentes Estados pelo teste de NEWMAN-KEULS, ao nível de 5%.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS

AQ	- Área queimada
AP	- Estado do Amapá
BA	- Estado da Bahia
ES	- Estado do Espírito Santo
MS	- Estado do Mato Grosso do Sul
MG	- Estado de Minas Gerais
NC	- Número de combatentes
NC2	- Número de combatentes ao quadrado
NCH	- Número de combatentes por hectare queimado
NDH	- Número de horas-homem por hectare queimado
PA	- Estado do Pará
PR	- Estado do Paraná
R2	- Coeficiente de determinação
RS	- Estado do Rio Grande do Sul
SC	- Estado de Santa Catarina

SP	- Estado de São Paulo
TA	- Tempo para o ataque
TA2	- Tempo para o ataque ao quadrado
TAH	- Tempo para o ataque por hectare
TANC	- Tempo para o ataque x Número de combatentes
TC	- Tempo de combate
TC2	- Tempo de combate ao quadrado
TCNC	- Tempo de combate x Número de combatentes

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do combate aos incêndios florestais no Brasil, com base em dados levantados no período de 1984 a 1987. A eficiência do combate foi determinada baseada em três parâmetros principais: a área queimada, avaliando a eficiência em termos da distribuição dos incêndios ocorridos em diferentes classes de tamanho e observando a média da área queimada por incêndio; o tempo para o ataque, em que se avaliou a mobilização dos combatentes, distribuindo os incêndios ocorridos em classe de duração desse tempo e, ainda, em termos da média do tempo para o ataque por incêndio; e o tempo de combate, em que se avaliou o tempo médio de combate e o número de horas-homem de combate por hectare queimado. O Brasil, comparado a outros países, apresentou uma baixa eficiência no combate aos incêndios florestais. O país obteve no período estudado uma área queimada média de 66,7 ha, um tempo médio para o ataque de 73 minutos por incêndio e um consumo médio de 53 horas-homem de combate por hectare queimado. Entre os Estados brasileiros, em termos de área queimada, o Pará e o Paraná mostraram maior eficiência no combate aos incêndios; em termos de tempo para o ataque, o Estado do Espírito Santo apresentou o melhor sistema de mobilização de seus homens e o Rio Grande do Sul foi o Estado com o menor consumo de horas-homem no combate.

SUMARY

The objective of this research was to evaluate the efficiency of forest fire fighting activities in Brazil using data from 1984 to 1987. Three main parameters were used in order to evaluate the efficiency, as follows: i) burned area, where two aspects were taken in account, the distribution of the fire occurrences among different size classes and the average burned area per fire; ii) time for the first attack, based on a estimative of the first attack, based on a estimative of the first attack and mobilization time; and iii) supression forces, where the time sprent in suppression activities and the number of men-hour per burned hectare were analyzed. Brazil, compared to some other countries, presented a low efficiency in forest fire fighting activities. In the studied period, the average burned area per fire was 66,7 hectares, the time for the first attack 73 minutes per fire and an average of 53 men-hour werw used per burned hectare. Among the brazilian states, in terms of mean burned area, Pará and Paraná states presented higher efficiency; according to the time for the first attack, Espírito Santo State ranked first; and the State of Rio Grande do Sul presented the lowest value of men-hour per burned hectare.

CONTEÚDO

DEDICATÓRIA.....	I
AGRADECIMENTOS.....	II
BIOGRAFIA.....	III
LISTA DE QUADROS.....	IV
LISTA DE ABREVIATURAS.....	V
RESUMO.....	VI
1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1 Objetivos.....	03
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1 Organização para o combate.....	05
2.1.1 Detecção e comunicação.....	11
2.1.2 Equipe de combate - Estrutura e mobilização.....	13
2.2 Avaliação do incêndio e estratégia de combate.....	16
2.3 O combate ao incêndio.....	18
2.3.1 Eficiência do combate.....	19

3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Coleta dos dados.....	22
3.2 Preparação dos dados.....	24
3.3 Avaliação da eficiência do combate.....	24
3.3.1 Área queimada	24
3.3.2 Tempo para o ataque.....	26
3.3.3 Tempo de combate e número de combatentes.....	27
3.4 Análise estatística dos dados.....	28
3.4.1 Análise de regressão.....	28
3.4.2 Análise de variância.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 Classificação dos incêndios por classes de tamanho.....	32
4.2 Tempo para o ataque.....	39
4.3 Tempo de combate.....	43
4.4 Análise de regressão.....	48
4.5 Análise de variância.....	51
5. CONCLUSÕES.....	55
BIBLIOGRAFIA.....	57
APÊNDICES.....	62
APÊNDICE A.....	62
APÊNDICE B.....	64

APENDICE C.....	66
APENDICE D.....	68
APENDICE E.....	71
APENDICE F.....	72

1. INTRODUÇÃO

Nos primórdios da civilização humana o fogo causava ao homem um terror incontrollável e supersticioso. Isso porque o homem conhecia apenas o fogo natural, resultante de um vulcão, de um raio ou mesmo de uma combustão espontanea. Entretanto, o homem descobriu que podia produzir o fogo através da fricção e do atrito, descobriu também que podia apagá-lo e que além de tudo apagava-se sozinho, se não fosse alimentado com folhas e lenha. Portanto, o homem aprendeu, assim, a manejar o fogo. E, sem dúvida, essa foi a mais importante descoberta humana.

Todavia, apesar do homem ter aprendido a dominar o fogo e usá-lo das mais variadas formas e com as mais diversas finalidades, este continua sendo ainda o seu maior inimigo natural. O fogo destrói anualmente imensas áreas florestais em todo o mundo.

No Brasil, os incêndios florestais têm causado sérias preocupações aos setores ligados ao meio ambiente. Muito embora não exista ainda uma estatística bem definida sobre a ocorrência de incêndios florestais no país, pode-se ver a gravidade dessas ocorrências através do levantamento ainda incipiente que vem sendo realizado desde 1983, através de um convênio entre a FUPEF (Fundação de Pesquisas Florestais) e o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis).

Ainda, a inexistência de uma política adequada de prevenção e combate aos incêndios florestais no Brasil tem levado a perdas florestais bastante altas. Falta planejamento, principalmente nas unidades de conservação do país no que diz respeito a educação do usuário e vizinhos, regulamentação de uso da floresta, manejo do material combustível, construção e manutenção de estradas, aceiros e pontos de captação de água.

Faltam também estatísticas sobre áreas de maior ocorrência, causas dos incêndios, tipos de vegetação atingidas, áreas queimadas, aspectos do combate e, principalmente, estrutura e equipamentos adequados para a extinção do fogo.

1.1 Objetivos

Essa dissertação visou determinar a eficiência do combate aos incêndios florestais no Brasil, através dos dados coletados pelo convênio FUPEF/IBAMA, referentes a aspectos ligados ao combate, como hora da ocorrência, hora do primeiro ataque, hora que o fogo foi controlado e número de pessoas que intervieram no combate, no período de 1984 a 1987.

Visou ainda, avaliar a condição de combate aos incêndios nos vários Estados brasileiros no que se refere a mobilização de combatentes e esforços do combate.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A melhor arma contra o fogo é a sua prevenção, pois um incêndio prevenido não precisa ser combatido e não causa danos (SOARES,1982).

CIANCIULLI (1981) afirma que ainda que todas as medidas de prevenção sejam tomadas, os riscos de incêndios sempre existirão enquanto o homem estiver utilizando ou for vizinho da floresta e enquanto subsistir as causas naturais. Daí a importância de se estar preparado para o combate, visando o êxito na operação.

COUTO (1980) diz que o objetivo do trabalho de prevenção aos incêndios florestais é reduzir a um mínimo as causas dos fogos que encontrem no homem seu principal fator.

BLAIS (1982) afirma que a proteção contra os incêndios florestais deve ser considerada em todo o planejamento do manejo florestal.

2.1 Organização para o combate

A organização para o combate varia com a região, depende do tipo de floresta, material combustível, topografia, exposição, clima, hábitos culturais da população e tipo de agricultura. Depende também dos registros de fogo, como por exemplo, número de incêndios que ocorrem anualmente, causas dos incêndios, época do ano que mais ocorrem (estação normal do fogo) e áreas de maior ocorrência (COUTO,1980 ; CIANCIULLI,1981).

Segundo FUSCHETTI (1982) os fatores que afetam as operações de combate ao fogo são numerosas e incluem as condições meteorológicas, sistema de comunicação, eficiência do equipamento e disponibilidade do pessoal, como em alguma situação que requer uma decisão operativa imediata. E a precisão dessa decisão depende, acima de tudo, de dados atualizados no momento, os quais refletem a situação real. Portanto, para se obter disponibilidade necessária de dados é preciso ter um sistema de levantamento das ocorrências, um sistema de transmissão de dados e uma central de

computador no qual todos os dados coletados são classificados e processados.

Cada país deve ter o seu próprio sistema de organização para o combate. Na literatura pode-se observar diferentes planejamentos para diferentes países:

REPÚBLICA DEMOCRÁTICA DA ALEMANHA: PIESNACK (1982) diz que todo ano antes da época de ocorrência de incêndios florestais, documentos para controle de incêndios, medidas relevantes, forças e equipamentos são analisados pelo Ministério da Agricultura, Florestas e Processamento Industrial. Nas zonas de risco especial, exercícios de combate a incêndios são realizados. É montado anualmente um conselho de proteção contra incêndios, consistindo de representantes da Engenharia Florestal, autoridades do Controle do Fogo e da Comissão de Emergência. Esse conselho além das medidas organizacionais e coordenação do controle do fogo providenciam também os equipamentos de combate, como abafadores, tanques, veículos, tratores, arados e ferramentas. A cada ano 6 a 7 milhões de marcos são designados para prevenção e controle dos incêndios.

PAÍSES DO NORTE E LESTE DA EUROPA: BARDAN (1982) diz que nesses países o combate aos incêndios florestais, e especialmente a organização da operação de combate, é conduzida baseada em um

plano especialmente designado para esse propósito. Todas as unidades florestais se encontram equipadas com veículos, tanques, lança-chamas e ferramentas manuais.

REGIÃO DO MEDITERRÂNEO: VELEZ (1982) diz que em alguns países do mediterrâneo está sendo testado um sistema de combate a incêndios florestais, formado por um conselho local, composto de pessoal especializado em florestas, equipado e treinado em combate a incêndios. Esse sistema está sendo testado em várias regiões do Mediterrâneo e esse pessoal é convocado sobretudo nas épocas de maior perigo.

REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHA: GOLDAMMER (1982) diz que a responsabilidade de controle dos incêndios tem sido delegado em alguns Estados ao departamento local do fogo ou outras organizações civis. A maior parte das florestas do Estado e privadas não possuem equipamentos de combate ao fogo. Entretanto, o Serviço Florestal tem contado com ajuda de forças civis e militares. Em geral, suficiente equipamento de combate ao fogo se torna disponível porque toda pequena comunidade possui um departamento de incêndios.

CANADÁ: Em cada Província e Território Federal, o governo tem instalada uma Agência de Proteção, para prevenção, detecção e combate a incêndios florestais. O fundo anual alocado para essas

agências varia de 1 a 20 milhões de dólares, dependendo do tipo de área florestal e a importância atribuída ao recurso na região. Na esperança de reduzir o número de incêndios causados pelo homem as Agências de Proteção têm promovido a conscientização, campanhas educativas e monitoramento das atividades humanas (PNFI,1982a).

ESTADOS UNIDOS: As formações vegetais variam de florestas mistas de coníferas na costa norte do Pacífico a folhosas na costa norte do Atlântico e Pinus na costa sul do Atlântico. Por essa razão a incidência e característica dos incêndios nos Estados Unidos são diversificadas e complexas. O sistema de organização para o combate a incêndios foi estabelecido de acordo com o tipo de combustível, o que resultou em nove modelos para todo o país (PNFI,1982a).

A supressão dos incêndios florestais nos Estados Unidos está a cargo de um grande número de Agências de Proteção Federal, Estadual e Local. Além destas, outras cinquenta organizações Federais e Estaduais estão envolvidas na proteção contra o fogo. Cada uma destas organizações e agências, em épocas de maior ocorrência de fogo, recruta instrutores (técnicos) e equipes para combate aos incêndios. Os equipamentos são adquiridos e mantidos pelas agências e organizações e as equipes treinadas e preparadas para agirem em caso de ocorrência de fogo (CHASE,1982).

BRASIL: No Brasil a organização para o combate tem sido mais notada nas diversas empresas ligadas ao setor florestal. A nível governamental não se pode, ainda, falar em termos de organização para o combate. A primeira estatística de fogo a nível nacional foi executada em 1983 (SOARES, 1984) e continuada pelo mesmo pesquisador para o período de 1984 a 1987 (SOARES, 1989). Para que se tenha idéia de como se encontra o país em termos de combate a incêndios é interessante observar, a título de exemplo, registros de três grandes incêndios ocorridos nas principais Unidades de Conservação do país:

a. Incêndio ocorrido em 01 de fevereiro de 1990 na Reserva Biológica de Poço das Antas: " O incêndio consumiu mais de 1500 hectares da Reserva, que abriga a última população de mico-leão-dourado (apenas 250 indivíduos). Uma grande dificuldade enfrentada sempre que há alarme de fogo na Reserva é a demora para contactar o Corpo de Bombeiros. Nesse incêndio, por exemplo, apenas três dias depois de iniciado o fogo chegaram os primeiros combatentes (apenas nove bombeiros). Até então o fogo era combatido somente por populares. A principal Reserva Biológica do Brasil não possui uma brigada de incêndios, nem equipamentos apropriados para uso no combate. Nesse incêndio de grande proporções o combate se restringiu, nos primeiros dias, ao uso de

abafadores e água levada em galões plásticos às costas " (JORNAL DO BRASIL, 05/02/1990).

b. Incêndio ocorrido em setembro de 1988 no Parque Nacional do Itatiaia que destruiu mais de um terço do Parque. " O incêndio foi debelado pela chuva que caiu cinco dias após o início do fogo. O trabalho dos bombeiros era quase em vão, pois dispunham somente de facões e pás. Durante esse tempo o governo do Rio de Janeiro tentava conseguir um avião emprestado da Argentina ou Canadá. Infelizmente as esperanças de apagar incêndios no Parque Nacional do Itatiaia estão mais nas chuvas do que em recursos tecnológicos " (FOLHA DE SÃO PAULO, 15/09/1988).

c. Incêndio ocorrido no Parque Nacional das Emas , em agosto de 1988. " Mais da metade do Parque foi destruído pelo fogo. O trabalho para debelar o incêndio no Parque Nacional das Emas foi prejudicado pela falta de infraestrutura de segurança e combate ao fogo. Existem no Parque apenas três guardas-florestais. O único caminhão-pipa que trabalhou no combate passou quase todo o tempo atolado pelas más condições das estradas. E, para reabastecê-lo, o motorista tinha que percorrer 40 km até a nascente do Rio Formoso, já que a administração do Parque não dispõe de bombas de sucção. Os aceiros tinham que ser feitos manualmente porque o único trator que o Parque possui estava com defeito " (VEJA, 10/08/1988).

Fatos assim se repetem todo ano e, segundo o IBAMA, os incêndios florestais no Brasil têm crescido numa proporção de cinco vezes de ano para ano, trazendo prejuízos ao País da ordem de 2 bilhões de dólares por ano (VEJA, 10/08/1988).

2.1.1 Detecção e comunicação

É fundamental que se combata o fogo logo que ele começa. Depois de um determinado estágio o fogo pode ficar absolutamente incontrolável e além de não se deixar combater, terá que se esperar uma solução natural, como as margens de um rio ou ocorrência de chuvas (PARANA FLORESTAL, 1984).

Segundo KARLINKOWSKI (1982), em regra, para se obter os melhores resultados com algum sistema de observação de ocorrência de fogo, este tem que contar com uma comunicação perfeita de rádio, fornecer uma rápida detecção do fogo, seguida de alerta imediato e organização dos meios próprios para o combate, podendo assim assegurar ação eficiente de combate e limitar prováveis perdas decorrentes.

O sistema de comunicação é de capital importância no combate ao fogo. Uma falha de comunicação após a detecção do

fogo pode comprometer todas as demais fases da operação de combate (FAO,1954; CHANDLER et alii,1983; CALABRI,1983; SOARES,1985).

É essencial a informação exata sobre o incêndio, descrevendo o local e circunstâncias iniciais do fogo (COUTO,1980). SOARES (1985) sugere que o ideal seria cumprir o objetivo de detectar, localizar e informar a pessoa responsável pelo combate no prazo máximo de 15 minutos. O autor sugere ainda que uma localização precisa não pode cometer um erro maior que 300 a 500 metros, o que influencia substancialmente na eficiência do combate, pois é preciso permitir a equipe de combate chegar ao local do fogo pela rota mais curta e pelo menor tempo possível.

A localização dos incêndios florestais poderá ser feita mediante uma rede de informações constituída de rondas e torres de observação. Os rondas que localizam o fogo, após a comunicação ao serviço central, iniciam os trabalhos de controle do fogo, quando o trabalho de ronda é executado por pessoal no terreno (COUTO,1980).

SOARES (1985) considera o patrulhamento terrestre como de baixa eficiência dado ao elevado custo e o fato da patrulha poder estar no lugar errado na hora do incêndio. Por isso, considera que as torres de observação constituem-se no mais

prático e eficiente meio de detecção e localização de incêndios florestais. E sugere ainda que a utilização de patrulhamento aéreo, dado sua flexibilidade, se torna um ótimo complemento ao serviço das torres.

Os aparelhos usados na comunicação são o rádio e o telefone. Praticamente todos os autores confirmam que o sistema de comunicação através do rádio é o meio mais eficiente a ser usado nas operações de combate ao fogo, devido a sua flexibilidade de comunicação. CIANCIULLI (1981) recomenda que para o caso de ocorrência de pane no sistema de rádio, deve-se estar sempre preparado com métodos alternativos.

MROSKE & KOURTZ (1986) desenvolveram, no Canadá, um sistema de rádio UHF para transmissão contínua de informações em até 100 km com duas estações repetidoras, funcionando com energia solar. O sistema se mostrou tão confiável quanto uma conexão telefônica utilizada paralelamente.

2.1.2 Equipe de combate - Estrutura e mobilização

A equipe de combate deve ser devidamente treinada a combater um incêndio florestal tanto em relação às técnicas de combate quanto a rápida mobilização, após ser comunicada do

início do fogo (SILVICULTURA, 1978).

CALABRI (1983) diz que o pessoal de combate deve encontrar-se em boas condições físicas e ter capacitação e experiência adequadas e que a equipe de combate deve ser comandada somente por uma pessoa durante a intervenção.

SOARES (1985) recomenda que cada equipe seja constituída por 6 a 10 operários que devem ser pessoas que trabalhem normalmente na organização florestal, desempenhando outras funções, mas que serão requisitadas sempre que ocorrer um incêndio.

BROWN & DAVIS (1973) e CIANCIULLI (1981) também sugerem equipes de no máximo 10 homens, com um capataz ou chefe competente determinando setores e tarefas aos mesmos.

HAWLEY & STICKEL (1959) e SILVA (1975) dizem que o número de homens na equipe varia com o terreno, comportamento do fogo, trabalho a ser realizado e grau de treinamento dos combatentes.

ARTSYBASHEV (1982) diz que o número de equipes de combate e quantidade de equipamentos e meios de transporte para estas são determinadas com base na densidade de fogo, na área a ser protegida e na eficiência média de combate de uma equipe.

Para que a equipe possa chegar com a urgência necessária ao local do fogo é preciso contar com meios de transporte rápidos e adequados às condições da área (CIANCIULLI, 1981 e FAO, 1954).

SOARES (1985) ressalta a importância da conservação das estradas florestais e aceiros e uma descentralização das equipes de combate, de modo a permitir a mobilização da equipe mais próxima para o combate inicial do fogo.

SZCZYGIEL (1982) diz que um planejamento de mobilização de homens para combater um incêndio, deve sempre conter: número de homens e equipamentos requeridos, distância das equipes até o local do fogo, tempo e rota de deslocamento e conhecimento das condições das estradas de acesso, visando assim o mais urgente ataque ao fogo.

BOICHUK & MARTHELL (1988) desenvolveram um modelo para ajudar a resolver a decisão de quantos combatentes uma grande agência de manejo de fogo precisaria contratar para atuar em épocas de ocorrência de incêndios. O sistema de manejo do fogo foi modelado por uma série Markov onde o sistema do estado é relatado para as condições de mistura do material combustível da área a ser protegida. O modelo foi usado para avaliar os benefí-

cios do controle centralizado de combatentes de fogo, e indicaram que este pode reduzir os custos esperados, somados as perdas.

2.2 Avaliação do incêndio e estratégia de combate

Segundo SOARES (1985) um dos erros mais comuns no combate aos incêndios florestais é precipitar-se na tomada de decisão como, por exemplo, contra-fogo mal colocado e aceiros construídos em locais inadequados. Os minutos gastos no diagnóstico preciso do fogo e da área ao redor, podem significar muitas vezes algumas horas de economia no combate ao incêndio. Segundo o mesmo autor, a avaliação do incêndio compreende: Dimensionamento do fogo (tamanho, extensão da frente, velocidade de propagação e intensidade); condições climáticas; tipo de vegetação; rede de aceiros; estradas e locais para captação de água.

CHANDLER et alii (1983) dizem também que imediatamente após a chegada ao local deve-se observar o fogo antes de iniciar qualquer ação de supressão. Este processo de avaliação do incêndio é chamado pelos mesmos autores de "size-up", isto é, dimensionamento do fogo. A primeira decisão a ser tomada durante o "size-up" é se o fogo pode ser controlado com a força manual e equipamentos deslocados até a área do incêndio ou se reforços vão ser necessários.

Um trabalho do PNFI (1982b) diz que quando os combatentes do fogo chegam ao local do incêndio, os métodos usados por eles dependem da natureza do incêndio. O controle do incêndio florestal é um trabalho altamente especializado e estratégico.

Segundo COUTO (1980), o encarregado de dirigir o combate, depois de localizar o incêndio florestal, deve ir rapidamente para o local, chegando pelo lado contrário à direção dos ventos, passando a considerar alguns pontos: analisar a frente do fogo, para decidir sobre o número de homens necessários, a área atingida, a direção e intensidade do vento, o tipo do combustível que está queimando, o sentido e direção de propagação do fogo e a topografia do terreno, localizar em mapas a água mais próxima, os acidentes naturais que podem ajudar na extinção, tais como rios, estradas e outros. Estes dados permitem avaliar rapidamente o efeito presente e futuro do incêndio florestal e em que ponto atacar o fogo para a sua extinção.

Segundo PYNE (1984) as táticas necessárias para o combate variam com o tipo de fogo, tipo de combustível e o tipo de recursos para a supressão.

2.3 O Combate ao incêndio

PYNE (1984) chama essa fase de supressão do fogo. Segundo ele a supressão do fogo descreve o processo pelo qual o controle é executado sobre o fogo; isto não pode ser entendido como extinção. O fogo não precisa expirar para ser considerado controlado. O autor afirma que a forma mais simples do controle é o combate direto. A supressão nesse caso pode ser considerada como extinção. Esse controle somente pode ser aplicado para incêndios pequenos ou para incêndios com tempo de residência curto, como em pastagens.

Segundo SOARES (1985) para se atacar um incêndio florestal, com uma ou mais equipes de combate, existem três métodos, usados de acordo com a intensidade do fogo:

- a. Método direto: O fogo é atacado diretamente, com abafadores ou através da aplicação de água ou terra. Usado somente em fogos de baixa intensidade
- b. Método paralelo: Usado quando o calor produzido pelo fogo permite certa aproximação. O método consiste em fazer, rapidamente, um pequeno aceiro de 0,5 a 1,0 m de largura, paralelo a linha do fogo. Chegando ao aceiro o fogo diminui sua intensidade, podendo sofrer o ataque direto.

c. Método indireto: Usado em fogos de alta intensidade. Abre-se uma faixa larga de contenção a uma distância considerável da frente do fogo e faz-se uso do contra-fogo.

CIANCIULLI (1981) também classifica os métodos de combate de acordo com a intensidade do fogo:

a. Método direto: Ataque direto sobre o perímetro do fogo.

b. Método de dois pés: Faz-se uma faixa de contenção a 60 cm da borda do fogo, arada até o nível do solo mineral.

c. Método paralelo: Linha de contenção a até 15 m da beira do fogo, utilizando-se do contra-fogo.

d. Método indireto: linha de contenção a uma apreciável distância do fogo, se possível aproveitando barreiras naturais, empregando-se, também, o contra-fogo.

O mesmo autor sugere, ainda, que se procure qualquer que seja o método empregado, encurralar o fogo, tanto quanto possível, em focos pequenos e fracos.

2.3.1 Eficiência do combate

Segundo BARDAN (1982) a eficiência do combate aos incêndios florestais depende principalmente da rapidez com que se inicia o combate.

MEES (1986) concorda com esta afirmativa, e desenvolveu dois modelos matemáticos para determinar a melhor locação de recursos para ataque inicial em termos de tempo de viagem.

SOARES (1982) afirma que tanto mais eficiente é um sistema de combate a incêndios quanto puder reduzir ao mínimo possível o intervalo de tempo compreendido entre o início do fogo e sua total eliminação.

GIOVANNI & ANDREA (1990) consideram a área queimada como um bom parâmetro para se analisar a eficiência de um sistema de combate. E a partir de dados coletados chegaram a uma equação que estima a área queimada esperada para a região noroeste da Itália. Consideram a área queimada em função da declividade do terreno, da cobertura vegetal (tipo de material combustível), condições climáticas, detecção do fogo, tempo para o ataque, número e condição dos combatentes, equipamentos empregados e horas de helitanques.

SOARES (1985) também considera a área queimada como o principal parâmetro para avaliar a eficiência do combate. Este autor utilizando do sistema de classificação dos incêndios por classe de tamanho do Canadian Forest Service (RAMSEY & HIGGINS, 1981) sugere que a maior eficiência do sistema se dá pela presença da maioria dos incêndios nas classes I e II (0,0 a 0,09 ha e 0,1 a 4,0 ha respectivamente).

PIESNACK (1982) também considerou a área queimada como um critério de avaliação da eficiência de um sistema de combate. Em 1979 esse autor encontrou para a Alemanha Oriental uma área média de seus incêndios de 0,58 ha, considerando o sistema do país de alta eficiência.

CIANCIULLI (1981) afirma que avalia-se a eficiência de uma organização contra incêndios em termos de tempo para se dar o alarme, tempo para o ataque e tempo de combate.

ROUX (1988) diz que além dos tempos para ataque e de combate, para se avaliar a eficiência de um sistema de combate a incêndios seria interessante possuir dados sobre a intensidade do fogo, treinamento e condicionamento das equipes e avaliação dos equipamentos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta dos dados

Os dados utilizados nessa dissertação são resultantes de informações obtidas durante o período de 1984 a 1987, através de um convênio FUPEF/IBAMA ("Projeto Perfil dos Incêndios florestais no Brasil"), coletados em todo o país, referentes a ocorrência de incêndios florestais.

As informações foram recebidas através de uma ficha modelo (APENDICE E), que foi enviada a várias empresas e instituições florestais, contendo dados sobre a ocorrência de um incêndio florestal: local e data do incêndio, tipo de vegetação queimada, área queimada, características da área e aspectos do combate (hora da ocorrência, hora do primeiro ataque, hora que o fogo foi controlado, número de pessoas que intervieram no combate e o equipamento empregado).

A amostragem levantada, no período citado, totalizou 1214 casos ou incêndios, em 10 Estados brasileiros, conforme o Quadro 01 e Apêndice F.

QUADRO 01 - Distribuição dos incêndios ocorridos e registrados por Estado/ano, no Brasil no período de 1984 a 1987.

Estado	1984	1985	1986	1987
AP	43	30	31	70
BA	11	08	53	22
ES	29	24	82	134
MS	-	8	-	-
MG	32	54	181	136
PA	19	8	34	-
PR	17	19	11	11
SC	-	20	-	-
SP	35	33	31	23
RS	-	-	5	-

3.2 Preparação dos dados

As fichas após serem recebidas foram catalogadas por Estado/ano. Em seguida calculou-se o tempo em minutos para o ataque e o tempo em minutos de combate para cada incêndio ocorrido. Montou-se, então, um quadro com quatro variáveis: Área Queimada, Tempo para o Ataque, Tempo de Combate e o número de pessoas envolvidas, e criaram-se arquivos por Estado/ano com essas quatro variáveis.

Foram descartados os Estados cujos dados eram insuficientes para a análise ou cujo número de incêndios ocorridos e registrados no período estudado foi inferior a cinco.

3.3 Avaliação da eficiência do combate

3.3.1 Área queimada

O primeiro procedimento para avaliar a eficiência do combate aos incêndios florestais no Brasil foi separando os dados por classe de tamanho da área queimada. A classificação adotada foi a do Canadian Forest Service (RAMSEY & HIGGINS, 1981) que separa as áreas queimadas em 05 diferentes classes, de acordo com o Quadro 02.

QUADRO 02 - Classes de tamanho dos incêndios florestais adotado pelo Canadian Forest Service (SOARES, 1985).

Classe	Área do incêndio (hectares)	
I	0	0,09
II	0,1	4,0
III	4,1	40,0
IV	40,1	200,0
V	Acima de 200,0	

A eficiência estimada por este parâmetro foi analisada partindo-se do princípio de que tanto maior será a eficiência de um sistema de combate a incêndios, quanto maior for a concentração das áreas queimadas por incêndios nas classes I e II respectivamente.

Montaram-se, portanto, tabelas com a classificação dos incêndios por classe de tamanho por Estado, com o objetivo de apontar a eficiência por unidade da Federação e promover a comparação entre estas. Foi realizada também a classificação para todo o conjunto de dados de maneira que permitisse avaliar a eficiência do Brasil em termos de área queimada. A partir de dados levantados na bibliografia foi possível comparar com outros países, guardando-se, evidentemente, as diferenças culturais e tecnológicas existentes.

3.3.2 Tempo para o ataque

Outro parâmetro utilizado para avaliar o combate foi a eficiência do sistema de mobilização dos homens (considerou-se como mobilização o tempo desde a comunicação do incêndio até o primeiro ataque ao fogo). Em cada Estado foi avaliado o tempo gasto nesta fase. Essa variável recebeu o nome de tempo para o ataque (TA). Determinou-se a média do tempo para o ataque para o Brasil e por Estado. E, ainda, procedeu-se a classificação desses tempos em cinco classes diferentes de duração, a saber: I (0,1 a 30 minutos); II (31 a 60 minutos); III (61 a 120 minutos); IV (121 a 480 minutos) e V (acima de 480 minutos). Infelizmente não foram encontrados dados na literatura que permitissem comparar com outros países, mas foi feita comparação entre os Estados da Federação.

A eficiência foi avaliada considerando que a maior eficiência de combate se dá quanto maior for a concentração de tempos para o ataque nas primeiras classes.

3.3.3 Tempo de combate e número de combatentes

A condição das equipes e dos combatentes, em cada Estado, também foi utilizada para avaliação do sistema de

combate. Para isto realizou-se a classificação dos incêndios em quatro classes de tempo de combate: I (0,1 a 60 minutos); II (61 a 120 minutos); III (121 a 480 minutos); IV (acima de 480 minutos). Esses dados foram comparados entre os Estados brasileiros e com dados semelhantes levantados na África do Sul.

À semelhança do tempo para o ataque e área queimada, considerou-se que se torna maior a eficiência de combate quanto maior for a concentração dos tempos de combate (TC) nas primeiras classes.

A eficiência do combate baseada no número de combatentes foi realizada determinando o número de combatentes empregados por hectare queimado em cada incêndio. Essa variável recebeu o nome de número de combatentes por hectare (NCH). Avaliou-se a eficiência considerando-se que quanto maior for o número de homens empregados no combate menos eficiente e menos preparados se encontram os combatentes.

Para avaliar a eficiência do combate foi, ainda, criada uma nova variável chamada NOH (Número de horas-homem por hectare queimado) determinada em cada incêndio pela fórmula:

$$NOH = \frac{NC \times TC}{60 \times AQ}$$

Em que:

NC = Número de combatentes

TC = Tempo de combate em minutos

AQ = Área queimada em hectares

60 = Fator de conversão do tempo de minutos para horas

A eficiência por meio desta variável NOM foi avaliada considerando que quanto maior o número de horas de um homem por hectare, menor será a eficiência de cada homem. Foi realizada a comparação entre os Estados encontrando dessa forma qual o Estado que possui o melhor preparo de seus combatentes, ou os melhores equipamentos.

3.4 Análise estatística dos dados

3.4.1 Análise de regressão

Procedeu-se a análise de regressão múltipla para se conhecer o efeito do acréscimo do valor das variáveis independentes, bem como de suas interações, sobre a variável dependente. Considerou-se como variável dependente a área queimada (AQ) e

como variáveis independentes o tempo para o ataque (TA), o tempo de combate (TC) e o número de combatentes (NC). Buscou-se com o estudo da variação e correlação dessas variáveis encontrar uma equação ou modelo estatístico que estimasse a área queimada esperada para o Brasil, a partir dos dados coletados. Essa equação seria importante para atividades de planejamento futuro do combate aos incêndios florestais no Brasil.

Do ponto de vista estatístico, a observação, ou caso, é o evento "incêndio florestal" o qual é descrito por um número de variáveis.

Pelo fato dos registros de fogo não conterem dados como inclinação do terreno e condições do clima não foi possível utilizar variáveis ambientais. Também não foi possível empregar outras variáveis importantes, como número de horas dos equipamentos mecanizados e número e condições dos equipamentos manuais na formulação do modelo estatístico.

A análise de regressão foi feita utilizando o SAEG (Sistema para Análise Estatística) elaborado pela Universidade Federal de Viçosa.

O programa realizou cálculos de média e desvio-padrão para cada variável e elaborou uma matriz de correlações entre todas as variáveis, bem como de suas interações: tempo para o ataque ao quadrado (TA^2); tempo de combate ao quadrado

(TC2); número de combatentes ao quadrado (NC2); tempo para o ataque x tempo de combate (TATC); tempo para o ataque x número de combatentes (TANC) e tempo de combate x número de combatentes (TCNC).

A partir desses dados foram calculados os coeficientes da regressão, definindo o modelo estatístico para cada Estado e para o Brasil.

3.4.2 Análise de variância

Foi realizada a análise de variância para os dados de área queimada (AQ), tempo para o ataque por hectare (TAH), número de combatentes por hectare (NCH) e número de horas-homens por hectare (NOH). Considerou-se cada Estado um tratamento e cada incêndio uma repetição.

Como o número de repetições (registro de fogo) em cada tratamento (Estado) foi diferente utilizou-se, então, para análise de variância o método de quadrados mínimos proposto por HARVEY (1960), para números desiguais de observações. O programa é uma adaptação do LSMLGPP (Least-Squares and Maximum Likelihood General Purpose Program).

Na análise de variância o teste de F quando signi-

ficativo a um nível pré-estabelecido, indica a existência de diferenças estatísticas entre médias para a fonte de variação em questão. Desta forma utilizou-se o teste de NEWMAN-KEULS para comparação entre as médias dos tratamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Classificação dos incêndios por classe de tamanho

Tomando-se como base a classificação adotada pelo Serviço Florestal do Canadá, que divide os incêndios florestais em cinco diferentes classes de tamanho, pode-se ter uma idéia comparativa da extensão e gravidade dos incêndios florestais ocorridos no Brasil (Quadro 03).

QUADRO 03 - Distribuição dos incêndios florestais por Estado e por classe de tamanho no período de 1984 a 1987.

E s t a d o	Classes de Incêndios									
	I		II		III		IV		V	
	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%
AP	3	1,7	35	20,1	52	29,8	52	29,8	32	18,3
BA	1	1,1	26	27,7	43	45,5	19	20,2	5	5,4
ES	18	6,7	185	68,9	59	21,8	6	2,2	1	0,4
MS	-	-	1	12,5	-	-	2	25,0	5	62,5
MG	10	2,4	105	26,0	171	42,4	79	19,6	38	9,4
PA	15	24,6	42	68,8	4	6,6	-	-	-	-
PR	19	32,7	31	53,4	6	10,3	2	3,4	-	-
SC	-	-	11	55,0	3	15,0	5	25,0	1	5,0
SP	30	24,6	40	32,7	37	30,3	12	9,8	3	2,6
RS	-	-	4	80,0	1	20,0	-	-	-	-

Para os Estados brasileiros percebe-se que a maior eficiência por classe de tamanho de incêndios foi apresentada pelo Estado do Pará que teve 93% de seus incêndios nas classes I e

II, não apresentando nenhum incêndio nas classes IV e V; isso pode demonstrar uma maior eficiência ou condições desfavoráveis à ocorrência de grandes incêndios na região. O Paraná vem a seguir concentrando 86% de suas áreas queimadas nas classes I e II. Os Estados do Espírito Santo e São Paulo também apresentaram uma razoável eficiência por concentrarem a maioria de seus incêndios nas classes I e II (75% e 57% respectivamente). As menores eficiências por classes de tamanho foram do Amapá (22% nas classes I e II) e Minas Gerais (28%). Essas eficiências levantadas não levam em conta outros parâmetros, como principalmente horas-homem de combate, que será comentada posteriormente.

Dos 1214 incêndios florestais levantados nessa amostragem, 39,6% se encontram na classe de tamanho II (0,1 a 4,0 ha) e 30,9% na classe III (4,1 a 40,0 ha) o que já demonstra de uma primeira visão uma eficiência não satisfatória de supressão dos incêndios florestais. Espera-se de uma unidade de alta eficiência de combate que os incêndios se concentrem na sua grande maioria nas classes I e II respectivamente. Entretanto, o que se observou foi uma maior concentração dos incêndios nas classes II, III e IV, Sendo que a classe I se encontra ocupando a quarta posição. Comparativamente a dados levantados no Canadá, em um período de 10 anos, observa-se diferenças significativas em termos de eficiência de

combate, relativas a realidade brasileira, conforme demonstrado no Quadro 04.

QUADRO 04 - Distribuição dos incêndios florestais ocorridos no Brasil, no período de 1984 a 1987, e no Canadá de 1969 a 1978 (RAMSEY & HIGGINS, 1981), por classe de tamanho

Classe de Tamanho	Incêndios ocorridos e registrados			
	Brasil		Canadá	
	No	%	No	%
I	96	7,9	4280	49,0
II	480	39,6	3349	38,0
III	376	30,9	697	8,0
IV	177	14,6	205	2,0
V	85	7,0	224	3,0

No período citado para o Canadá observa-se que 87% dos incêndios florestais se encontram nas classes I e II, contra apenas 47,5% dos incêndios florestais do Brasil nestas classes. Uma alta concentração de incêndios na classe II e subsequentes demonstram uma falha qualquer no sistema de combate a incêndios,

que pode ser causado por um grande tempo para o ataque (Tempo gasto desde o alarme do fogo até o primeiro ataque) ou tempo de combate (Tempo desde o primeiro ataque até a extinção do fogo).

Outra comparação relativa a classificação dos incêndios ocorridos por classe de tamanho, pode ser feita com dados disponíveis da África do Sul, conforme o Quadro 05.

QUADRO 05 - Distribuição dos incêndios florestais ocorridos na África do Sul, nos períodos de 01/04/1979 a 31/03/1985 e de 1/04/1985 a 31/03/1989, por classe de tamanho

Classe de Tamanho (em ha)	01/04/79 a 31/03/85 *		01/04/85 a 31/03/89 @	
	Frequência	%	Frequência	%
I (0,0 a 0,3)	557	34,9	617	39,0
II (0,31 a 4,0)	719	45,1	694	43,0
III (4,1 a 50,0)	260	16,3	264	16,3
IV (50,1 a 99,9)	26	1,6	16	1,0
V (acima de 100)	34	2,1	11	0,7

* ROUX, 1988

@ KROMHOUT, 1990

Assim como o Canadá, a África do Sul consegue extinguir a maioria de seus incêndios florestais antes que eles atinjam quatro hectares, ou seja, se encontram nas classes I e II. Isto demonstra uma maior eficiência de combate aos incêndios florestais naqueles países quando comparados com o Brasil.

Comparando ainda a média de área queimada por incêndio no Brasil com a de alguns países do Mediterrâneo pode-se ter uma idéia de eficiência (Quadro 06).

QUADRO 06 - Média do número de incêndios e área queimada em quatro países do mediterrâneo (CESTI, 1988).

Local	Número médio de incêndio/ano	Média da área queimada/ano (ha)	Média da área queimada/incêndio (ha)
França *	3233	31575	9,7
Grécia #	1063	36587	34,4
Itália *	11046	139629	12,6
Espanha *	7026	248360	35,3

* 1977 a 1982

1978 a 1982

Pode-se ver comparativamente que em termos de área queimada por incêndio, o Brasil com uma área média de 66,7 ha (Quadro 08) encontra-se em piores condições que os quatro países do Mediterrâneo citados por CESTI (1988). Em termos médios o Brasil só conseguiu apagar seus incêndios quando estes atingiram 66 ha, um número relativamente alto, enquanto a França apagou os incêndios antes que atinjam 10 ha; a Itália conseguiu sucesso em torno dos 12 ha e a África do Sul antes que atinjam 15 ha (Quadro 07). A Alemanha Oriental, em 1979, conseguiu apagar seus incêndios antes que atingissem a área média de 01 ha, segundo PIESNACK (1982). A Espanha apresentou uma eficiência mais baixa que os demais países europeus, segundo dados de CESTI (1988) conforme o Quadro 06 (1978 a 1982). VELEZ (1990) analisando dados de 1980 até 1989 constatou uma melhoria na eficiência espanhola, passando de uma área média de 35,3 ha/incêndio para 25 ha/incêndio.

Segundo dados da CORPORACION NACIONAL FORESTAL (1986) o Chile conseguiu, no período de 1963 a 1986, extinguir seus incêndios antes que esses ultrapassassem a área média de 15,1 ha. Nesse período foram registrados 55461 incêndios.

QUADRO 07 - Área queimada e média da área queimada por incêndio na África do Sul nos períodos de 01/04/1979 a 31/03/1985 (ROUX, 1988) e 01/04/1985 a 31/03/1989 (KROMHOUT, 1990).

Período	Área queimada (ha)	Média área/incêndio (ha)
01/04/1979 a 31/03/1985	36907	19,58
01/04/1985 a 31/03/1989	12175	8,35
Período total	49082	13,96

4.2 Tempo para o ataque

No Brasil, para uma área queimada média de 66,7 ha, observa-se um tempo para o ataque de 73 minutos(Quadro 08); o que pode ser considerado um tempo relativamente longo e que reduz a eficiência. Esse longo tempo para o ataque pode ser decorrente de um ineficiente sistema de mobilização, ou devido a grandes distâncias a serem percorrida até o local do fogo ou ainda devido ao difícil acesso aos locais queimados. O problema da grande distância percorrida para se iniciar o combate pode ser resolvido com a descentralização das equipes de combate.

QUADRO 08 - Médias da área queimada em ha (AQ), tempo para o ataque em minutos (TA), tempo de combate em minutos (TC) e número de combatentes por incêndio (NC), para o Brasil no período de 1984 a 1987.

Variável	Média	Desvio-padrão
AQ	66,7091	133,4823
TA	73,3213	257,0259
TC	221,8328	367,9927
NC	32,3696	48,7699

Devido a grande extensão do território brasileiro, o que caracteriza alta diversidade de condições climáticas e material combustível, é importante observar as médias das variáveis referentes aos incêndios florestais para diferentes regiões brasileiras. O Quadro 09 apresenta os dados médios das variáveis para 10 Estados brasileiros.

QUADRO 09 - Médias da área queimada (AQ) em ha, tempo para o ataque (TA) em minutos, tempo de combate (TC) em minutos e número de combatentes por incêndio (NC) para 10 Estados brasileiros no período de 1984 a 1987.

Estado	AQ	TA	TC	NC
AP	123,09	59,73	140,40	11,03
BA	27,44	54,16	149,79	28,72
ES	15,87	31,81	155,82	31,46
MS	482,99	96,00	462,00	35,60
MG	80,83	138,32	301,62	45,95
PA	1,43	66,27	210,50	20,92
PR	5,63	-	-	22,36
RS	14,00	36,10	45,33	6,67
SC	31,56	-	286,51	13,71
SP	24,90	51,83	209,94	28,87

Pode-se observar que nem sempre um alto tempo para ataque implicou em uma área queimada muito grande. Minas Gerais, por exemplo, apresentou no período estudado um tempo para o ataque cerca de 89% maior do que a média nacional, entretanto, a

área queimada se situou em torno da média para o país. Mato Grosso do Sul apresentou um tempo para o ataque próximo da média nacional e uma área queimada cerca de 7 vezes maior que a média do país. Isto talvez se deva ao baixo número de combatentes, conforme se vê no Quadro 12 (1,32 homens/ha).

Espírito Santo e Rio Grande do Sul apresentaram os melhores desempenhos de combate aos incêndios, em termos de tempo para o ataque; uma vez que conseguiram chegar ao local do fogo em um tempo bem abaixo da média e, assim dar início às tarefas de combate. O Estado de Minas Gerais, conforme mencionado anteriormente, apresentou o pior desempenho quanto a mobilização de suas brigadas de fogo, com um tempo para o ataque mais que o dobro da média dos demais Estados. Isso talvez se explique pela dificuldade de acesso ou deficiência na mobilização do pessoal.

Esses exemplos são úteis para entender a diversidade do país em termos de combates florestais, seja no aspecto vegetacional como em termos de preparo e condições das brigadas de combate ao fogo.

Pode-se ver pelo Quadro 10 que em apenas 48% dos incêndios no Brasil se conseguiu chegar ao local do fogo em menos de 30 minutos e em 70% dos incêndios com menos de 60 minutos. Em 11% dos casos levou-se mais de 2 horas para se iniciar o ataque, um tempo que compromete profundamente a estratégia e o sucesso imediato do combate.

QUADRO 10 - Frequência e percentagem da frequência dos incêndios florestais por classes de tempo para o ataque para o Brasil no período de 1984 a 1987.

Classe de duração	Frequência	%
I (0 a 30 minutos)	508	48,65
II (31 a 60 minutos)	223	21,36
III (61 a 120 minutos)	197	18,86
IV (121 a 480 minutos)	100	9,57
V (acima 480 minutos)	16	1,53

4.3 Tempo de combate

O tempo de combate está diretamente relacionado com as dificuldades de controlar o fogo, ou seja, das condições do clima, do material combustível, da topografia, dentre outros. O tempo de combate depende ainda dos equipamentos empregados e do número de homens utilizados, expresso em horas-homens por hectare conforme se vê no Quadro 11.

QUADRO 11 - Médias do número de combatentes por hectare queimado (NCH), tempo para o ataque por hectare em minutos (TAH) e horas-homem de combate por hectare (NOH), para o Brasil no período de 1984 a 1987.

Variável	Média	Desvio-padrão
TAH	790,97	17115,78
NCH	88,57	744,60
NOH	53,07	114,12

Em termos de tempo de combate pode-se observar que no Brasil se consumiu cerca de 53 horas de um homem para cada hectare queimado. Embora não tenha sido encontrado na literatura trabalho que permita comparar essa eficiência de combate, pode-se considerá-la como baixa. Isto pode ser resultado também de um número alto de homens empregados em cada hectare queimado (88 combatentes). Ressalta-se, porém que esse número elevado se deve ao fato de alguns incêndios registrados apresentarem uma área queimada muito pequena, abaixo de 0,01 ha, o que faz da variável NOH muito elevada. Por isso, se de um lado um valor alto de horas-homem por hectare pode caracterizar uma baixa eficiência de combate, por outro lado pode caracterizar uma pequena área

queimada o que o torna eficiente, vendo-se apenas do parâmetro classe de tamanho.

Em termos de tempo de combate, foi analisada a variável horas-homem de combate por hectare queimado (NOH) para cada Estado em estudo.

Conforme se vê no Quadro 12, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul apresentaram uma alta eficiência em termos de horas-homem por hectare queimado, o que poderia indicar que as suas brigadas de fogo apresentam alta eficiência. Entretanto não se pode afirmar que o sistema seja eficiente pois Mato Grosso do Sul, por exemplo, obteve a maior média de área queimada da Federação. Portanto, parece evidente que para Mato Grosso do Sul o parâmetro que mais influenciou na área queimada foi o número de combatentes, pois as equipes de combate se mostraram eficientes quando se estabelece a proporção por hectare, porém o número de combatentes foi pequeno diante da dimensão dos incêndios ocorridos neste Estado. A seguir os Estados de Amapá, Bahia e Santa Catarina apresentaram uma boa eficiência de suas equipes, sendo que nesse grupo o Estado da Bahia se destaca por apresentar um consumo baixo de horas-homem de combate por hectare queimado e ainda apresentou uma baixa área média atingida pelo fogo e um baixo tempo médio para o ataque. Já o Estado do Espírito Santo que apresentou uma baixa área média queimada e o menor tempo para o

ataque, mostrou um alto consumo de horas-homem de combate por hectare. Ou seja, os incêndios no Espírito Santo no período estudado foram debelados sem que causassem um grande prejuízo as florestas, entretanto isso se deu graças a um combate intenso, empregando grande número de homens na extinção do fogo. Se isso aparentemente significa boa eficiência do sistema, por outro lado ⁶ mostra que as equipes de combate foram provavelmente superestimadas em termos de número de combatentes.

QUADRO 12 - Médias do tempo para o ataque por hectare em minutos (TAH), número de combatentes por hectare (NCH) e horas-homem de combate por hectare (NOH) para 10 Estados brasileiros no período de 1984 a 1987.

Estado	TAH	NCH	NOH
AP	2879,30	42,64	8,48
DA	33,27	12,87	13,62
ES	85,22	55,89	75,89
MS	3,22	1,32	2,86
MG	34,74	12,20	20,42
PA	1684,07	680,41	273,61
PR	-	156,06	-
RS	3,88	0,91	1,01
SC	-	31,27	14,72
SP	272,69	153,57	106,31

Através dos Quadros 13 e 14 pode-se comparar a eficiência das equipes de combate do Brasil e África do Sul quanto a frequência dos incêndios por classe de tempo de combate.

QUADRO 13 - Frequência e percentagem da frequência dos incêndios por classes de tempo de combate para o Brasil, no período de 1984 a 1987.

Classe de duração	Frequência	%
I (01 a 60 minutos)	274	25,18
II (61 a 120 minutos)	251	23,07
III (121 a 480 minutos)	401	36,85
IV (acima 480 minutos)	162	14,90

QUADRO 14 - Frequência e percentagem da frequência dos incêndios por classes de tempo de combate para a África do Sul no período de 01/04/1979 a 01/04/1989 (ROUX, 1988 e KROMHOUT, 1990).

Classe de duração	Frequência	%
I (01 a 60 minutos)	1896	59,19
II (61 a 120 minutos)	546	17,04
III (121 a 480 minutos)	638	19,91
IV (acima 480 minutos)	123	3,84

Nota-se claramente que os incêndios da África do Sul foram debelados com muito maior rapidez que os do Brasil. Apenas 25% dos incêndios florestais do Brasil foram suprimidos em menos de 60 minutos. Provavelmente as brigadas de combate da África do Sul estejam melhor preparadas em termos de mobilização, treinamento de supressão e equipamentos de combate do que as do Brasil. Entretanto, para se afirmar com maior precisão seria necessário conhecer pelo menos o consumo de horas-homem por hectare para a África do Sul.

4.4 Análise de regressão

Os resultados da análise de regressão múltipla são apresentados para cada Estado, bem como para o país no Apêndice B.

Alguns Estados não apresentaram parâmetros da regressão para todas as variáveis independentes e interações. Isso se dá pelo fato do programa utilizado (SAEG) ter eliminado em alguns Estados, uma a uma, as variáveis que apresentaram o menor valor no teste de T, que não fossem significativos. Este passo é repetido até que se encontre uma equação que melhor descreva os dados, ou seja, quando o menor valor de T para os coeficientes da regressão for significativo ao nível estabelecido de 5%.

Portanto, a melhor equação para descrever os dados levantados e estimar a área queimada esperada para os incêndios florestais no Brasil foi a seguinte ($R^2 = 0,134$):

$$AQ = 26,5 + 0,152TC - 0,329NC - 0,197 \times 10^{-4} TC^2 + 0,287 \times 10^{-2} NC^2$$

As interações entre as variáveis independentes são importantes para que se perceba a correlação múltipla que essas variáveis podem ter com a área queimada. O tempo para o ataque apresentou uma correlação muito baixa para com a área queimada (Ver matriz de correlações no Apêndice D) e um baixo valor de T, não significativo a 5%, ficando, portanto, fora da equação dos dados.

Os coeficientes de determinação (R^2) foram muito baixos demonstrando uma baixa correlação das variáveis independentes com a área queimada, de acordo com a matriz de correlação (Apêndice D). Porém, pode-se notar para alguns Estados boas correlações de algumas variáveis independentes com a área queimada.

Para os Estados de Minas Gerais e Santa Catarina o tempo de combate foi o parâmetro que mais influenciou a área queimada, provavelmente pelo baixo número de combatentes por

hectare (Quadro 12) ou pelo despreparo de suas brigadas de combate.

No Estado de São Paulo o número de combatentes foi o que mais influenciou a área queimada, apresentando uma correlação de 0,87 , que pode ser explicada pela baixa eficiência de seus combatentes (Quadro 12), apresentando um consumo de cerca de 106 horas-homem por hectare queimado, bem acima da média nacional. Todavia conseguiram apagar os incêndios antes que estes atingissem uma grande área (Quadro 02).

No Estado do Espírito Santo o número de combatentes e o tempo de combate foram os que mais influenciaram a área queimada. Apesar de apresentar um alto consumo de horas-homem por hectare (Quadro 12), o que pode significar baixa eficiência das equipes de combate, o Espírito Santo obteve uma baixa área média queimada, graças ao bom sistema de locomoção de seus homens, sendo o Estado com menor tempo médio para o ataque, cerca de 32 minutos (Quadro 02).

Para o Brasil não houve um parâmetro que se destacasse com maior influência sobre a área queimada pela análise da regressão. Porém, pode-se perceber que o tempo para o ataque foi o que apresentou a menor correlação para com a área queimada (Apêndice D).

4.5. Análise de variância

Os Quadros 15, 16 e 17 apresentam os resultados da comparação das médias entre os tratamentos (Estados) para o Brasil. A comparação das médias foi feita através do teste de NEWMAN-KEULS, com base nos resultados da análise de variância (Apêndice C), ao nível de 5%.

QUADRO 15 - Comparação entre as áreas queimadas médias por incêndio, para os diferentes Estados pelo teste de NEWMAN-KEULS, ao nível de 5%.

Estado	Área queimada média por incêndio (ha)			
MS	482,99	D		
AP	123,09	C		
MG	83,58	C	B	
BA	27,44	C	B	A
SP	24,90	C	B	A
ES	15,87		D	A
RS	14,00		B	A
PA	1,43			A

As áreas queimadas entre os diferentes Estados variaram de 482,99 ha (Mato Grosso do Sul) até 1,43 ha (Pará). Sendo que a grande área queimada apresentada pelo Estado do Mato Grosso do Sul diferiu estatisticamente de todas os demais Estados.

QUADRO 16 - Comparação entre as médias de número de combatentes por hectare para os diferentes tratamentos (Estados), pelo teste de NEWMAN-KEULS, ao nível de 5%.

Estado	Média do número de combatentes		
PA	680,41	D	
SP	153,57	B	A
ES	55,89	B	A
AP	42,64	B	A
BA	12,87		A
MG	12,20		A
MS	1,32		A
RS	0,91		A

O número médio de combatentes variou de 680,41

(Pará) a 0,91 (Rio Grande do Sul). Não houve diferença significativa entre os estados, exceto o Pará que apresentou um número bem elevado.

QUADRO 17 - Comparação entre médias de número de horas-homem de combate/ha para os diferentes Estados pelo teste de NEWMAN-KEULS, ao nível de 5%.

Estado	Médias de horas-homem/ha		
PA	273,61	B	
SP	106,31	B	
ES	75,89	B	A
MG	20,42	B	A
BA	13,62		A
AP	8,48		A
MS	2,86		A
RS	1,01		A

O número de horas-homem de combate/ha entre os Estados variou de 273,61 (Pará) a 1,01 (Rio Grande do Sul).

Não houve diferença significativa entre os Estados

para o parâmetro tempo para o ataque, que variou de 2879,30 (Amapá) a 3,25 horas-homem/ha (Mato Grosso do Sul). Embora os números aparentemente sejam tão diferentes, não se encontrou diferença significativa devido a grande variabilidade apresentada pelos dados.

CONCLUSÕES

Através do estudo de 1214 incêndios ocorridos no Brasil no período de 1984 a 1987, chegou-se às seguintes conclusões, concernentes ao combate a incêndios florestais no país:

a) O Brasil comparado com alguns outros países apresenta uma baixa eficiência na extinção dos incêndios florestais.

b) Cerca de 51% dos incêndios florestais ocorridos no Brasil apresentam uma área queimada maior que 4,0 ha.

c) A área média queimada no Brasil foi de 66,7 ha por incêndio.

d) O Brasil apresentou um tempo médio para o ataque (tempo desde o alarme do fogo até o primeiro ataque) de 73 minutos.

e) O sistema de mobilização das brigadas de combate ao fogo no Brasil foi deficiente.

f) O Brasil apresentou, no período estudado, um consumo médio de 53 horas-homem de combate por hectare queimado, empregando uma média de 88 homens por hectare.

g) A melhor estimativa da área queimada por incêndio foi obtida pela equação ($R^2 = 0,134$):

$$AQ = 26,5 + 0,152TC - 0,329NC - 0,197 \times 10^{-4} TC^2 + 0,287 \times 10^{-2} NC^2$$

h) Seria conveniente utilizar, além das variáveis estudadas, também componentes ambientais (inclinação, tipo de cobertura vegetal e condições do clima) e outras como condições dos equipamentos e número de horas dos equipamentos mecânicos, para tentar obter-se uma melhor equação para estimar a área queimada.

i) Entre os Estados brasileiros, em termos de área queimada, o Pará e Paraná mostraram maior eficiência no combate aos incêndios; em termos de tempo para o ataque, o Estado do Espírito Santo apresentou o melhor sistema de mobilização de seus homens e o Rio Grande do Sul foi o Estado com o menor consumo de horas-homem no combate.

BIBLIOGRAFIA

1. ARTSYBASHEV, E.S. Forest Fire planning: Organization and Methods of control. IN: FOREST FIRE - PREVENTION AND CONTROL. Forestry Science - United Nations, New York, 1982. p. 93-96.
2. BARDAN, J. Forest fire in countries of Northern, Eastern and Central Europe. IN: FOREST FIRE - PREVENTION AND CONTROL. Forestry Science - United Nations, New York, 1982. p. 21-29.
3. BLAIS, R. Mesures Sylvicoles propres a Reduire les Risques de incendies dans la zone Temperee. IN: FOREST FIRE - PREVENTION AND CONTROL. Forestry Science - United Nations, New York, 1982. p. 181-199.
4. BOICHUK, D. & MARTELL, D.L. A Markov Chain Model for Evaluating Seasonal Forest Fire Fighter Requirements. FOREST SCIENCE 34(3):647-661. 1988.
5. BROWN, A.A. & DAVIS, K.P. Forest Fire: Control and Use. New York, McGraw-Hill, 2a ed., 1973. 686p.
6. CALABRI, G. La lucha contra lo incendios en los bosques del Mediterraneo. UNASYLVA. 35(141):14-21. 1983.

7. CESTI, G. Forest fire in Italy. SOUTH AFRICAN FORESTRY JOURNAL. 145:47-58. 1988.
8. CHANDLER, C.; THOMAS, P.; TRABAND, L.; WILLIAMS, D. Fire in Forestry: Forest Fire Management and Organization. John Wiley & Sons. New York. 1983. 298 p.
9. CIANCIULLI, P.L. Incêndios Florestais - Prevenção e controle. Livraria Nobel. Sao Paulo, SP. 1981. 169p.
10. CORPORACION NACIONAL FORESTAL. Estadística de ocurrencia y dano de incendios forestais - Temporadas de 1964 a 1986. Santiago, Chile. INFORME ESTADISTICOS No 20. 1986. 36p.
11. COUTO, E.A. & CANDIDO, J.F. Incêndios Florestais. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 1980. 101p.
12. CHASE, R. Fire Suppression Training in the United States - An Approach to Interagency Standardization. IN: FOREST FIRE - PREVENTION AND CONTROL. Forestry Science - United Nations, New York, 1982. p. 217-222.
13. FAO. La lutte contre les incendies de forets. Roma, Italia. 1954. 126 p.
14. FOLHA DE SAO PAULO. Incêndio consome 60 km2 de Itatiaia. Caderno Cidades, p. c-5. 15/09/1988.
15. FUSCHETTI, F. A computer project for the collection and handling of data in forest fire control. IN: FOREST FIRE - PREVENTION AND CONTROL. Forestry science - United Nations, New York, 1982. p. 101-112.
16. GIOVANNI, B. & ANDREA, C. Testing the Effectiveness of forest fire protection activities in Piemonte Region. IN: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FOREST FIRE RESEARCH. 1990. Coimbra, Portugal, p. A.05-1a12.

17. GOLDAMMER, J.G. Forest Fires problems in the Federal Republic of Germany. IN: FOREST FIRE - PREVENTION AND CONTROL. Forestry Science. 1982. p. 143-148.
18. JORNAL DO BRASIL. Poço das Antas em chamas. Rio de Janeiro. Caderno Cidade. 05/02/1990.
19. KARLINKOWSKI, T. Forest fire detection sistem. IN: FOREST FIRE - PREVENTION AND CONTROL. Forestry science - United Nations. 1982. p. 85-94.
20. KROMHOUT, C. Analysis of fire in Privately-Owned plantations in the Republic of South Africa: 01/04/85 to 31/03/89. SOUTH AFRICAN FORESTRY JOURNAL 154: 74-87. 1990.
21. MEES, R.M. Locating supressing Resources by travel times to wildfires - USDA Forest Service, Riverside, C.A., USA. No PSW - 387. 1986. 5p.
22. MROSKE, B.E & KOURTZ, P.H. UHF radio transmission of forest data. Petawana National Forestry Institute. Canadian Forest Service, No PI-x-63, 1986. 21p.
23. PARANA FLORESTAL Incêndios - as causas, danos e a prevenção. Curitiba,PR. PARANA FLORESTAL 2(4) 8-10. 1984
24. PIESNACK, J. Forest fire prevention and control in the German Democratic Republic, IN: FOREST FIRE - PREVENTION AND CONTROL. FORESTRY SCIENCE. New York. 1982.p. 97-99.
25. PNFI. Forest fires in the North America - Canadian Forestry Service and United States forest service. IN: FOREST FIRE - PREVENTION AND CONTROL. Forestry science. New York. 1982. p.53-61.
26. PNFI. Ground Equipment in North America. IN: FOREST FIRE - PREVENTION AND CONTROL. Forestry science. New York. 1982. p.135-141.

27. PYNE, S.J. Introduction to Wildland fire. John Wiley & Sons. New York, USA. 1984. 455p.
28. RAMSEY, G.S. & HIGGINS, D.G. Canadian Forest fire statistics. Canadian Forest Service, Information Report PI-x-9, 1981. 71p.
29. ROUX, P.J. Le Analysis of fire in Privately-owned plantations in the Republic of South Africa (01/0477 to 31/03/85). SOUTH AFRICAN FORESTRY JOURNAL (1988) No 146:55-56.
30. SILVA, R.R.W. Curso de prevenção e combate a incêndios florestais. Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado do Paraná. Curitiba. 1975. 183p.
31. SILVICULTURA Incêndio Florestal. Revista Silvicultura II(10) 24-37. 1978.
32. SOARES, R.V. Prevenção e controle de incêndios florestais. Curitiba,PR.FUPEF, 1982. 69p.
33. SOARES, R.V. Perfil dos Incêndios Florestais no Brasil em 1983. Brasil Florestal 58:31-42. 1984.
34. SOARES, R.V. Incêndios Florestais: Controle e uso do fogo. Curitiba,PR FUPEF. 1985. 213p.
35. SOARES, R.V. Perfil dos Incêndios Florestais no Brasil no período de 1984 a 1987. FUPEF (Relatório final).1989.62p.

36. SZCZYGIEL, R. Forest Fire Control by Means of Ground Equipment. IN: FOREST FIRE - PREVENTION AND CONTROL. Forestry Sciences. New York. 1982. p.127-134.
37. VEJA. Um fogo Selvagem. São Paulo, SP. Revista Veja, Seção Ambiente. 10 de agosto de 1988. p.94-95.
38. VELEZ, R. Forest fires in the Mediterranean Region. IN: FOREST FIRE - PREVENTION AND CONTROL. Forestry Sciences. New York. 1982. p. 37-47.
39. VELEZ, R. Field research on population attitudes concerning the use of fire in forest areas. IN: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FOREST FIRE RESEARCH. Coimbra, Portugal. 1990 p.A.01.1 to A.01.7.

APENDICE A

QUADRO 1A - Frequência e percentagem da frequência dos incêndios, por classe de tempo para o ataque, para 10 Estados brasileiros, no período de 1984 a 1987.

E s t a d o	Classe de duração									
	I		II		III		IV		V	
	0-30 min		31-60 min		61-120 min		121-480 min		> 480 min	
	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%
AP	73	44,2	45	27,2	35	21,2	11	6,6	1	0,6
BA	38	49,3	14	18,1	16	20,7	8	10,3	1	1,3
ES	109	50,0	49	22,4	46	21,1	12	5,5	2	0,9
MS	-	-	3	60,0	1	20,0	1	20,0	-	-
MG	121	34,7	80	22,9	78	22,4	62	17,8	7	2,0
PA	34	60,7	10	17,8	9	16,0	1	1,7	2	3,5
PR	44	77,1	8	14,0	5	8,7	-	-	-	-
SC	8	42,1	2	10,5	4	21,0	2	10,5	3	15,8
SP	78	82,9	10	10,6	3	3,9	3	3,1	-	-
RS	3	60,0	2	40,0	-	-	-	-	-	-

QUADRO 2A - Frequência e percentagem da frequência dos incêndios, por classe de tempo de combate, para 10 Estados brasileiros, no período de 1984 a 1987.

E s t a d o	Classe de duração							
	I		II		III		IV	
	0,1 - 60 min		61 - 120 min		121 - 480 min		> 480 min	
	No	%	No	%	No	%	No	%
AP	63	36,8	44	25,7	57	33,3	7	4,0
BA	29	31,5	20	21,7	38	41,3	5	5,4
ES	76	31,7	76	31,7	76	31,7	11	4,9
MS	-	-	2	40,0	2	40,0	1	20,0
MG	34	9,7	67	19,2	183	52,4	65	18,7
PA	27	39,1	14	20,3	21	30,4	7	10,1
PR	-	-	-	-	-	-	-	-
SC	10	51,6	4	21,1	2	10,5	3	15,8
SP	44	43,3	13	12,8	34	33,3	11	10,6
RS	1	20,0	3	60,0	-	-	1	20,0

APENDICE B

QUADRO 1B - Estimativa dos parâmetros da regressão e coeficiente de determinação da área queimada (AQ) em função do tempo para o ataque (TA), tempo de combate (TC) e número de combatentes (NC) e da interação entre estas variáveis.

Parâmetros da equação por Estado				
Variável	AP	BA	ES	MG
TA	-	0,282	0,105	-
TC	0,127 E+01	0,146	0,238 E-01	0,94 E-01
NC	-	-0,127 E+01	-0,338	-
TA2	-	-0,936 E-03	0,11 E-03	-
TC2	-0,106 E-02	0,459 E-03	-0,316 E-04	-
NC2	-	0,122 E-01	0,527 E-03	0,198 E-02
TATC	-	-0,106 E-02	-0,458 E-03	-
TANC	-	0,215 E-01	0,898 E-03	-
TCNC	-	-0,567 E-02	0,145 E-02	-
b0	-0,13 E+02	0,725 E+01	0,415 E+01	0,217 E+02
R2	0,28	0,388	0,617	0,216

Cont. QUADRO 1B - Estimativa dos parâmetros da regressão e coeficiente de determinação da área queimada (AQ) em função do tempo para o ataque (TA), tempo de combate (TC) e número de combatentes empregados (NC) e da interação entre estas variáveis.

Parâmetros da equação por Estado				
Variável	PA	PR	SP	BRASIL
TA	0,414 E-01	-	-0,272 E-01	-
TC	0,786 E-02	-	0,262 E-01	0,152
NC	0,443 E-01	0,416	-0,398	-0,329
TA2	-0,389 E-05	-	-0,128 E-03	-
TC2	-0,291 E-04	-	0,156 E-04	-0,197 E-04
NC2	-0,101 E-02	-0,519 E-02	0,697 E-02	0,287 E-02
TATC	0,233 E-04	-	-0,334 E-04	-
TANC	-0,214 E-02	-	0,666 E-02	-
TCNC	0,537 E-03	-	-0,770 E-03	-
b0	-0,136 E+01	-0,468 E+01	0,877 E+01	0,265 E+02
R2	0,211	0,149	0,89	0,134

APENDICE C

QUADRO 1C - Análise de variância para as médias do número de combatentes por hectare, número de horas-homem por hectare, tempo para o ataque por hectare e da área queimada por incêndio, para nove Estados brasileiros.

Variável	Fontes de variação	G.L.	Soma de quadrado	Quadrado médio	F	Signif.
NCH	Tratamento	8	2,220 E+07	2,775 E+06	5,223	0,00007
	residuo	771	4,097 E+08	5,313 E+05		
NOH	Tratamento	8	7,239 E+05	90498,19	3,997	0,00018
	residuo	771	1,456 E+08	188877,16		
TAH	Tratamento	8	1,052 E+09	1,315 E+08	0,446	*****
	residuo	771	2,271 E+11	2,946 E+08		
AQ	Tratamento	8	2,263 E+06	282957	6,024	0,00007
	residuo	771	3,621 E+07	46968,89		

QUADRO 2C - Média, coeficiente de variação e desvio-padrão para número de combatentes por hectare, horas-homem por hectare, tempo para o ataque por hectare e área queimada por incêndio.

Variável	Média	Coeficiente de variação	Desvio-padrão
NCH	88,577	822,972	744,601
NOH	53,071	818,910	344,124
TAH	790,977	2170,053	17115,780
AQ	67,701	320,097	233,482

APENDICE D

QUADRO 1D - Matriz de correlações entre todas as variáveis estudadas, para todos os Estados levantados.

variável		AQ	TA	TC	NC
Estado	AQ	1,000	0,136	0,512	0,250
	TA	0,136	1,000	0,098	-0,907
	TC	0,512	0,098	1,000	0,394
	NC	0,250	-0,907	0,394	1,000
BA	AQ	1,000	0,319	0,379	0,138
	TA	0,319	1,000	0,584	0,127
	TC	0,379	0,584	1,000	0,642
	NC	0,138	0,127	0,642	1,000
ES	AQ	1,000	0,094	0,415	0,631
	TA	0,094	1,000	0,217	0,139
	TC	0,415	0,217	1,000	0,416
	NC	0,631	0,139	0,416	1,000
MS	AQ	1,000	0,093	0,135	0,278
	TA	0,093	1,000	-	-
	TC	0,135	-	1,000	-
	NC	0,278	-	-	1,000

APENDICE D

cont. QUADRO 1D - Matriz de correlações entre todas as variáveis estudadas, para todos os Estados levantados.

Estado	variável	AQ	TA	TC	NC
MG	AQ	1,000	0,002	0,403	0,303
	TA	0,002	1,000	-0,003	-0,080
	TC	0,403	-0,003	1,000	0,198
	NC	0,303	-0,080	0,198	1,000
PA	AQ	1,000	-0,004	0,303	0,297
	TA	-0,004	1,000	0,198	-0,175
	TC	0,303	0,198	1,000	0,523
	NC	0,297	-0,175	0,523	1,000
PR	AQ	1,000	-	-	0,416
	TA	-	-	-	-
	TC	-	-	-	-
	NC	0,416	-	-	1,000
SC	AQ	1,000	-	0,641	-0,198
	TA	-	-	-	-
	TC	0,641	-	1,000	-0,258
	NC	-0,198	-	-0,258	1,000

Cont. QUADRO 1D - Matriz de correlações de todas as variáveis estudadas, para todos os Estados levantados.

Estado	Variavel	AR	TA	TC	NC
SP	AQ	1,000	-0,024	0,321	0,872
	TA	-0,024	1,000	0,115	-0,168
	TC	0,321	0,115	1,000	0,405
	NC	0,872	-0,168	0,405	1,000
RS	AQ	1,000	-0,049	-0,613	-0,435
	TA	-0,049	1,000	-	-
	TC	-0,613	-	1,000	-
	NC	-0,435	-	-	1,000
B R A S I L	AQ	1,000	0,027	0,300	0,242
	TA	0,027	1,000	0,047	-0,029
	TC	0,300	0,047	1,000	0,292
	NC	0,242	-0,029	0,292	1,000

APENDICE E

QUADRO 1E - Ficha padrão para coleta dos dados enviadas às empresas e instituições florestais, em todo o país no período de 1984 a 1987.

CONVENIO IBAMA/FUPEF

PROJETO PERFIL DOS INCENDIOS FLORESTAIS NO BRASIL

01. Município_____ Estado_____
02. Lugar onde ocorreu o incêndio_____
03. Classe de propriedade: Nacional() Estadual() Particular ()
04. Tipo de vegetação_____
05. Área queimada_____ ha
06. Topografia: Irregular() Plana() Ondulada()
07. Data da ocorrência (dia, mês e ano)_____
08. Hora da ocorrência_____
09. Hora do primeiro ataque_____
10. Hora em que o fogo foi controlado_____
11. Número de pessoas que interviram no combate_____
12. Equipamento usado_____
13. Causa do incêndio_____
14. Observações_____

Responsável pela informação